

PCT/KR 03/00003
KR 26.04.2003
Rec'd PCT/PTO 01 OCT 2004
10/509718



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0023232
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 04월 27일
Date of Application
APR 27, 2002

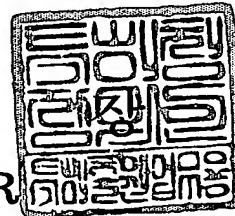
출원인 : 한국바이오시스템(주)
Applicant(s) KOREA BIOSYSTEM CO., LTD.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



2003 년 04 월 26 일

특 허 청
COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.04.29
【발명의 명칭】	독성물질의 존재를 확인하는 방법
【발명의 영문명칭】	The detection method of toxic material
【출원인】	
【명칭】	한국바이오시스템 (주)
【출원인코드】	1-2000-008842-5
【대리인】	
【성명】	김익환
【대리인코드】	9-1998-000140-1
【포괄위임등록번호】	2000-010176-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김형주
【성명의 영문표기】	KIM, HYUNG JOO
【주민등록번호】	631012-1051411
【우편번호】	130-010
【주소】	서울특별시 동대문구 청량리동 미주아파트 4-915
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최대원
【성명의 영문표기】	CHOI, DAEWON
【주민등록번호】	760301-1037725
【우편번호】	120-111
【주소】	서울특별시 서대문구 연희1동 533-63
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	현문식
【성명의 영문표기】	HYUN, MOONSIK
【주민등록번호】	570915-1953118

1020020023232

【우편번호】	138-162
【주소】	서울특별시 송파구 가락2동 쌍용아파트 303동 2403호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	남성현
【성명의 영문표기】	NAM, SUNGHYUN
【주민등록번호】	700408-1690721
【우편번호】	139-053
【주소】	서울특별시 노원구 월계3동 322-1 성원아파트 401호 603호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 김익 환 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	15 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	29,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

개시된 발명은 전기화학적 활성미생물을 이용하여 시료내 독성 물질의 존재를 확인하는 방법에 관한 것으로서,

더욱 상세히 설명하면,

미생물 연료전지에서 발생하는 전기화학적 신호를 측정하는 단계;

시료를 상기 미생물 연료전지에 주입하는 단계; 및

상기 미생물 연료전지에서 발생하는 전기화학적 신호의 변화정도를 측정하는 단계로 이루어짐을 특징으로 하는 시료내 독성 물질의 존재를 확인하는 방법을 제공하게 된다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 독성물질이 측정시료에 유입되는 경우, 미생물 연료전지의 전기화학적 활성균의 전기발생량이 급격히 떨어져서, 독성물질을 탐지하는 민감도가 극대화되고, 미생물 연료전지를 사용하여 센서부의 유지, 관리, 보수에 필요한 인력 및 비용을 최소화 시킬 수 있게 된다.

【대표도】

도 1

【색인어】

독성 물질, 전기화학적 활성, 미생물, 연료전지

【명세서】

【발명의 명칭】

독성물질의 존재를 확인하는 방법{The detection method of toxic material}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 독성 물질 존재 여부 측정장치의 개략도이다.

도 2는 실시예 1의 결과를 보여주는 그래프이다.

도 3은 실시예 2의 결과를 보여주는 그래프이다.

도 4는 실시예 3의 결과를 보여주는 그래프이다.

도 5는 실시예 4의 결과를 보여주는 그래프이다.

****도면에 사용된 부호의 설명****

(1)시료유입펌프 (2)시료 1차 전처리조 (3)시료2차 전처리조

(4)시료 채취통 (5)솔레노이드 밸브 (6)미생물 연료전지

(7)시료 배출구 (8)입수용기(Tap water chamber)

(9)출수구(Tap water exit) (10)전압계 (11)연산, 제어장치

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<11> 본 발명은 생물학적 방법에 의한 물질 측정방법 및 이를 위한 장치, 더욱 자세하게는 미생물 연료전지를 이용한 독성물질 자동 측정을 위한 방법 및 이를 위한 자동조기경보장치에 관한 것이다.

<12> 지금까지 독성물질의 수계 유입을 조기에 측정하여 경보하는 장치는 많은 연구자에 의해 개발되어 왔으며, 수질독성을 측정하는 종래의 장치에는 화학적 수질 독성물질 탐지장치와 생물학적 수질 독성물질 탐지장치가 있다. 화학적 수질독성 탐지장치는 수계에서 발생하는 많은 물질에 의해 측정에 제한을 받으며, 몇몇의 물질에만 정량적으로 측정이 가능하다. 또한 고가의 기자재와 숙련된 기술을 습득한 엔지니어만이 측정할 수 있다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 여러 가지 생물학적 수질 독성물질 탐지장치의 개발되어 왔다.

<13> 종래의 대표적인 생물학적 수질 독성물질 탐지장치로서는 물고기를 이용한 수질감시 방법과 물벼룩을 이용한 수질 감시방법, 그리고 발광미생물을 이용한 감시방법 등이 있다. 이중 물고기를 이용한 수질 감시장치는 물고기가 물의 흐름을 거슬러 올라가는 성질, 즉 역류성을 이용하여 측정하는 장치이다. 물고기가 빠져 나가지 못하게 물고기 이탈방지망을 설치한 후, 유해 독성물질이 물 유입구를 통해 유입되면 물고기가 피해를 입게 되고 유영성이 떨어진다. 이와 같이 유영성이 떨어진 물고기는 유속을 이기지 못하고 뒤로 밀리게 되나 물고기가 가진 본능으로 인하여 다시 앞으로 나아가고자 꼬리지느러

미를 힘차게 움직이게 되는데, 이때 이 꼬리지느러미가 감지센서를 건드리게 되고 이것이 전기적 신호값으로 나타나 기록된다. 이러한 전기 신호값은 수질측정기에서 측정되며, 연결된 제어 장치에 의해서 알람 및 유속제어에 활용된다. 이러한 정보는 모니터 및 키보드를 통하여 입출력된다. 여기서 사용되는 물고기는 잉어과 황어 속의 물고기인 금빛황어가 주로 사용된다. 그러나, 물고기를 이용한 독성물질 탐지장치의 단점은 독성을 탐지하는 개체의 크기가 크므로 폐놀의 경우 10ppm 유입되었을 때 독성측정에 8 시간이나 소요된다. 이와 같이 물고기를 이용한 생물독성 경보장치의 경우 민감도가 떨어지며 측정시간 및 오차범위가 크다. 또한 물고기의 배양 및 선택이 경보장치의 일관성을 떨어트리게 된다.

<14> 물벼룩을 이용한 독성물질 탐지장치는 물벼룩의 활동성을 적외선 센서를 통하여 감지하게 된다. 물벼룩 독성물질 탐지장치는 물벼룩의 유연성에 기초한 것으로서, 유리 또는 아크릴로 만들어진 시험챔버에는 시험하고자 하는 물이 유입, 유출되고 그 속에 20마리의 물벼룩을 배치한다. 물이 유입구를 통해 유입되면 시험챔버에 있는 물벼룩이 반응하게 되는데 물벼룩은 물이 독성물질에 오염되지 않았을 때는 규칙적인 움직임을 보이게 되나, 독성물질이 유입되면 움직임이 불규칙적으로 변하고 급격해진다. 움직임이 급격해질수록 적외선 센서를 차단하는 회수가 많아지게 되므로 전기적 신호값은 증가하게 된다. 온도감응장치를 통해서 온도를 항상 측정하고 전자통제장치를 통해 적외선 센서를 통제하며 출력장치를 통하여 그 값을 출력하고 측정된 물은 물유출구를 통해 배출된다. 이러한 물벼룩을 이용한 조기경보장치의 경우 개체의 크기가 물고기보다 작으므로 민감성은 물고기를 이용한 장치보다 우수하나 관리가 어렵다. 또한 물벼룩을 교환할 때 시험수조와 유입수, 유출수를 위한 각종튜브세척 또는 교환이 필요하며, 물벼룩의 배양에 많

은 노력이 요구되는데 배양액을 만들어 1주일에 2~3회 배양액을 교체하는 것과 어미와 새끼의 분리에도 주의를 기울여야 된다. 또한 물벼룩은 별도의 배양실에서 배양되어야 하며 이곳에는 실내공간의 소독이나 배양에 방해가 될 만한 물건이나 장비가 있어서는 안된다. 또한 화학분석실의 공기가 배양실로 옮겨오는 일도 없어야 한다는 문제점이 있다.

<15> 고정화된 발광미생물을 이용한 수질 독성자동 측정기는 독성에 대한 발광도를 측정하는 것이므로 여러 가지 광 측정장치가 포함되어 기기가 구성된다. 그러므로 비용면에서 고가일 수밖에 없으며, 보수 및 관리하는 인력 또한 그에 관한 전문가만이 할 수 있다.

<16> 본 발명의 발명자들은 상기와 같은 종래 수질 독성 자동 측정기기의 문제점은 결국 센서부에 의해 야기된 것임에 입각하여 본 발명을 제안하게 된 것이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<17> 본 발명의 목적은 위와 같은 종래의 수질 독성 자동 측정장치의 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 독성 물질의 신속·정확한 측정과 저가의 유지비용 및 쉬운 유지관리를 위한 획기적인 독성 물질 측정 방법을 제공하고자 함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<18> 상기와 같은 본 발명의 목적은 전기화학적 활성미생물을 이용하여 시료내 독성 물질의 존재를 확인하는 방법에 의해 달성된다.

- <19> 더욱 상세히 설명하면,
- <20> 미생물 연료전지에서 발생하는 전기화학적 신호를 측정하는 단계;
- <21> 시료를 상기 미생물 연료전지에 주입하는 단계; 및
- <22> 상기 미생물 연료전지에서 발생하는 전기화학적 신호의 변화정도를 측정하는 단계
- 로 이루어짐을 특징으로 하는 시료내 독성 물질의 존재를 확인하는 방법에 의해 상기와 같은 본 발명의 목적이 달성된다.
- <23> 또한 상기한 독성 물질의 존재를 확인하는 방법은,
- <24> 시료를 채취하는 펌프, 시료를 처리하는 전처리조, 독성 물질의 유입으로부터 전류량의 변화를 감지하는 미생물 연료전지 및 신호값을 제어하고 자동측정 해 주는 연산, 제어부로 이루어짐을 특징으로 하는 독성 물질 측정 장치에 의해서 실행된다.
- <25> 이하, 도면을 참조로 하여 설명하나, 본 발명의 독성물질 자동 조기경보장치는 참조되는 도면의 구성에 의해 한정되는 것은 아니며, 청구범위를 통하여 이해되어야 한다.
- <26> 도 1은 독성물질 자동 측정장치의 개략도로서, 독성물질 자동 측정장치는 시료를 채취하는 펌프(1), 시료를 처리하는 전처리조(2), 독성 물질의 유입으로부터 전류량의 변화를 감지하는 미생물 연료전지(6) 및 신호값을 제어하고 자동측정 해 주는 연산, 제어부(11)로 크게 구성된다. 또한 상기의 측정장치에 독성 물질의 유입신호가 포착되면 시료의 유로를 바꿔주는 솔레노이드 밸브(5)와 독성 물질의 유입신호가 포착된 시점의 시료를 채취·보관하는 시료 채취통(4)을 부가할 수 있다.
- <27> 상기와 같이 구성된 미생물 연료전지를 이용한 독성물질 측정 장치의 작용원리는 다음과 같다. 시료는 1차 및 2차 전처리조(2,3)를 거쳐 연료전지의 음극부로 들어가게

된다. 연료전지의 음극부는 탄소부직포(Carbon Felt)와 백금(Pt)선으로 구성되며 그 내부는 일반적으로 유기물질을 원료로 전기화학적 에너지를 생산하는 미생물 촉매가 채워지게 된다. 양극부는 일반적인 물이 채워지고, 흘러가게 되어 있다. 즉 유기물이 포함되어 있는 시료가 음극부로 들어가게 되고, 양극부는 공기로 포화된 물이 들어가게 된다. 그러면 연료전지의 음극부에서 유기물이 미생물에 의해 분해가 되면서 전류가 발생되고, 그 전류는 백금(Pt)선을 타고 전류측정기에서 측정되게 된다. 이렇게 발생하는 전류흐름은 일반적인 상황에서는 별 다른 변화폭을 보이지 않게 되나, 시료음극부에 독성물질이 들어가게 되면, 음극부의 전기화학적 활성 미생물의 대사율이 떨어져 전류값이 급격히 떨어지게 된다. 이렇게 급격히 떨어지는 전류값을 연산, 제어부가 제어함으로써 독성물질의 경보를 시각적, 청각적으로 얻을 수 있게 되는 것이다.

<28> 이제 실시예를 통해 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하고자 한다.

<29> < 실시예1>

<30> 본 실시예는 음극부에는 활성 슬러지를 넣어주어 활성 슬러지내의 전기화학 활성균이 전극에 부착하여 농화 배양되도록 환경을 조성하고, 양극부에는 공기로 포화된 물을 넣어줌으로써 일정한 전위차를 유지시켜 생물 전기화학반응을 원활히 일어나게 한 미생물 연료전지에, 글루코오스와 글루타믹산(CODcr 200ppm, 이것은 중크롬산칼륨에 의한 화학적 산소요구량을 말한다.)을 연료로 사용하여 발생하는 전류량을 전압전류측정기(2000 multimeter, keithley instrument. Inc, USA)를 사용하여 60초 간격으로 측정하면

서, 사용한 연료에 Cr^{6+} 표준용액을 0.01ppm, 0.02ppm, 0.03ppm, 0.04ppm, 0.05ppm 의 농도로 순차적으로 넣어주었다.

<31> 그 결과 거의 일정하게 발생하던 전류값이 Cr^{6+} 0.04ppm에서 급격히 떨어지는 것을 확인하였다. (도2)

<32> <실시예2>

<33> 실시예2는 실시예1에서 사용한 것과 동일한 연료전지를 사용하였으며 연료 또한 실시예1에서 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다. 연료를 주입하여 발생하는 전류량을 전류 전압측정기(2000 multimeter, keithley instrument. Inc, USA)를 사용하여 60초 간격으로 측정하면서, 사용한 연료에 수은 표준용액 Hg 0.01ppm, 0.02ppm, 0.03ppm, 0.04ppm, 0.05ppm을 순차적으로 주입하였다.

<34> 그 결과 실시예1와 마찬가지로 일정하게 발생하던 전류량이 Hg 0.03ppm에서 급격하게 떨어지는 것을 확인하였다. (도3)

<35> <실시예3>

<36> 실시예3은 실시예1에서 사용한 것과 동일한 연료전지를 사용하였으며 연료도 또한 실시예1에서 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다. 연료를 주입하여 발생하는 전류량을 전류 전압측정기(2000 multimeter, keithley instrument. Inc, USA)를 사용하여 60초 간격으로 측정하면서, 사용한 연료에 납 표준용액 Pb 0.01ppm, 0.02ppm, 0.03ppm, 0.04ppm, 0.05ppm을 순차적으로 주입하였다.

<37> 그 결과 실시예1과 마찬가지로 일정하게 발생하던 전류량이 Pb 0.04ppm에서 급격하게 떨어지는 것을 확인하였다. (도4)

<38> <실시예4>

<39> 실시예4는 실시예1에서 사용한 것과 동일한 연료전지를 사용하였으며 연료도 또한 실시예1에서 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다. 연료를 주입하여 발생하는 전류량을 전류 전압측정기(2000 multimeter, keithley instrument. Inc, USA)을 사용하여 60초 간격으로 측정하면서, 사용한 연료에 페놀 표준용액 Pb 0.01ppm, 0.02ppm, 0.03ppm, 0.04ppm, 0.05ppm을 순차적으로 주입하였다.

<40> 그 결과 실시예1과 마찬가지로 일정하게 발생하던 전류량이 페놀 0.03ppm에서 급격하게 떨어지는 것을 확인하였다. (도5)

【발명의 효과】

<41> 이와 같이 본 발명에 따르면, 독성물질이 측정시료에 유입되는 경우, 미생물 연료 전지의 전기화학적 활성균의 전기발생량이 급격히 떨어져서, 독성물질을 탐지하는 민감도가 극대화되고, 미생물 연료전지를 사용하여 센서부의 유지, 관리, 보수에 필요한 인력 및 비용을 최소화 시킬 수 있게 된다. 또한 독성물질의 탐지 정확도 및 정밀도 또한 기존의 경보장치에 비해 비약적으로 발전된다. 이와 함께, 탐지장치에 독성 물질 유입 신호가 감지시, 그 시점의 독성 물질이 함유된 시료를 밀폐용기에 보관하여 차후에 그 시료를 정량, 정성적으로 분석함으로써, 독성물질 유입 원인을 유추하고, 사후 발생할 피해를 예상할 수 있는 자료를 제공한다.

<42> 본 발명은 독성물질 유입을 초기에 탐지하여 피해를 최소화 할 수 있으며, 이렇게 우수한 독성물질 탐지장치의 개발로 각종기기의 국산화, 수입대체 및 수출증대 효과를 기할 수 있다.

<43> 또한 본 발명에 따르면 미생물 연료전지를 사용한 독성물질 측정 장치는 하수처리장 및 폐수처리장의 생물학적 독성도를 규제할 수 있으며, 음용수의 취수원에 오염물질을 신속하게 판단하는 데에도 또한 이용하며, 상수원 보호구역에 설치하여 민간업체 및 공단의 무단방류를 미연에 방지하는데 효과적일 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

전기화학적 활성미생물을 이용하여 시료내 독성물질의 존재를 확인하는 방법.

【청구항 2】

미생물 연료전지에서 발생하는 전기화학적 신호를 측정하는 단계;

시료를 상기 미생물 연료전지에 주입하는 단계; 및

상기 미생물 연료전지에서 발생하는 전기화학적 신호의 변화정도를 측정하는 단계로 이루어짐을 특징으로 하는 시료내 독성물질의 존재를 확인하는 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서 상기 시료를 상기 미생물 연료전지에 주입하기 전 시료의 부유물과 이물질을 스크리닝(screening)하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 시료내 독성물질의 존재를 확인하는 방법.

【청구항 4】

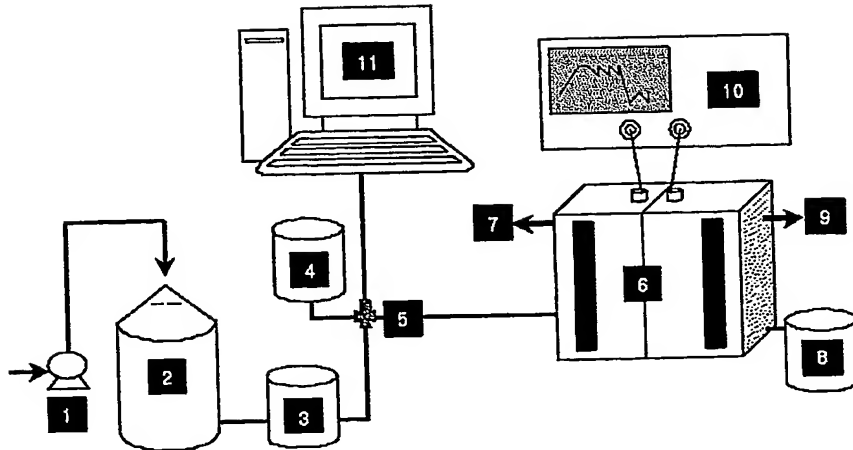
시료를 채취하는 펌프(1), 시료를 처리하는 전처리조(2), 독성 물질의 유입으로부터 전류량의 변화를 감지하는 미생물 연료전지(6) 및 신호값을 제어하고 자동측정 해 주는 연산, 제어부(11)로 이루어짐을 특징으로 하는 독성 물질 측정 장치.

【청구항 5】

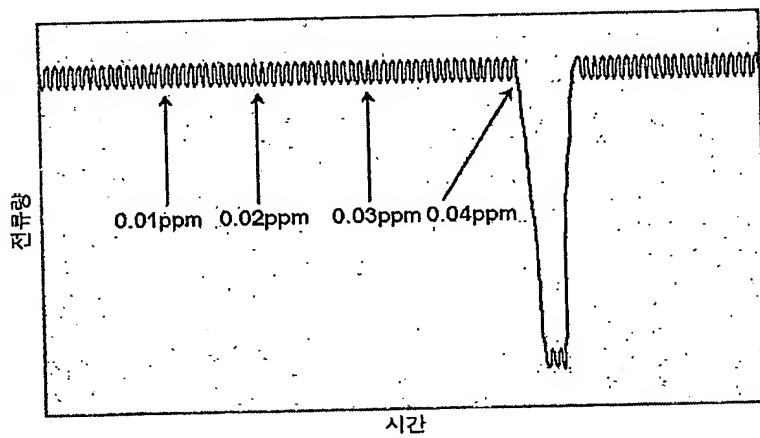
제 4 항에 있어서, 독성 물질의 유입신호가 포착되면 시료의 유로를 바꿔주는 솔레노이드 밸브(5)와 독성 물질의 유입신호가 포착된 시점의 시료를 채취·보관하는 시료 채취통(4)이 부가됨을 특징으로 하는 독성 물질 측정 장치.

【도면】

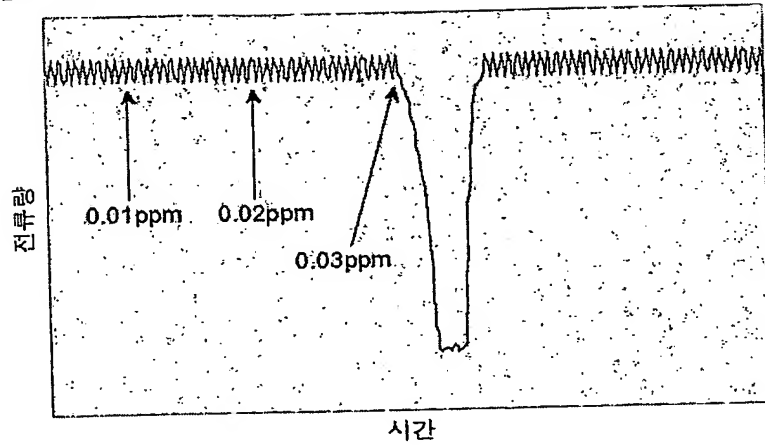
【도 1】



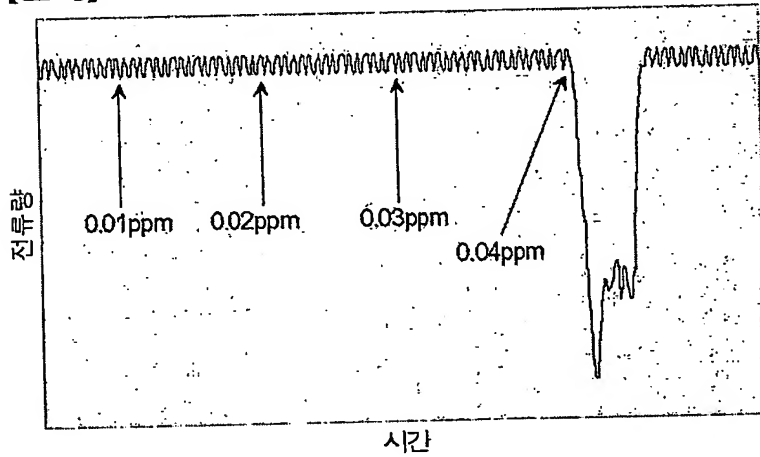
【도 2】



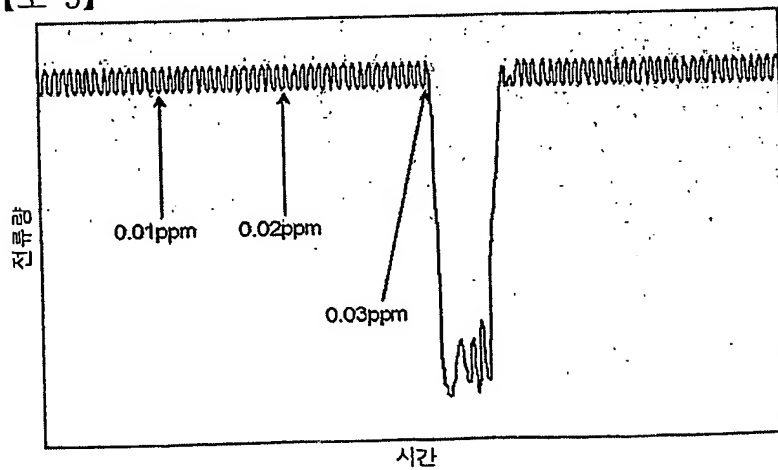
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【서지사항】

【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.09.30
【제출인】	
【명칭】	한국바이오시스템 (주)
【출원인코드】	1-2000-008842-5
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	김익환
【대리인코드】	9-1998-000140-1
【포괄위임등록번호】	2000-010176-3
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0023232
【출원일자】	2002.04.29
【발명의 명칭】	독성물질의 존재를 확인하는 방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-02-0128130-56
【접수일자】	2002.04.27
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김형주
【성명의 영문표기】	KIM, HYUNG JOO
【주민등록번호】	631012-1051411
【우편번호】	130-781
【주소】	서울특별시 동대문구 청량리1동 미주아파트 4-915
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

최대원

【성명의 영문표기】

CHOI, DAI WON

【주민등록번호】

760301-1037725

【우편번호】

411-380

【주소】

경기도 고양시 일산구 장항동 852 현대에뜨레보 301호

【국적】

KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

현문식

【성명의 영문표기】

HYUN, MOON SIK

【주민등록번호】

570915-1953118

【우편번호】

138-747

【주소】

서울특별시 송파구 가락2동 쌍용아파트 303동 2403호

【국적】

KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

남성현

【성명의 영문표기】

NAM, SUNG HYUN

【주민등록번호】

700408-1690721

【우편번호】

139-053

【주소】

서울특별시 노원구 월계3동 성원아파트 401동 603호

【국적】

KR

【취지】

특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인
김익환 (인)

【수수료】**【보정료】**

0 원

【기타 수수료】

원

【합계】

0 원

1020020023232

【서지사항】

【서류명】	명세서 등 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.15
【제출인】	
【명칭】	한국바이오시스템 (주)
【출원인코드】	1-2000-008842-5
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	김익환
【대리인코드】	9-1998-000140-1
【포괄위임등록번호】	2000-010176-3
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0023232
【출원일자】	2002.04.27
【발명의 명칭】	미생물연료전지를 이용한 수질 내 독극물 감지 장치
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-02-0128130-56
【접수일자】	2002.04.27
【보정할 서류】	명세서등
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	별지와 같음
【보정방법】	별지와 같음
【보정내용】	별지와 같음
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 김익환 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【추가심사청구료】	0 원
【기타 수수료】	0 원
【합계】	0 원

1020020023232

【보정대상항목】 발명(고안)의 명칭

【보정방법】 정정

【보정내용】

미생물연료전자를 이용한 수질 내 독극물 감지 장치{Method for sensing toxic material in water using microorganism cell}

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.